



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВПО «ИГУ»
Кафедра общей и космической физики



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Код дисциплины БЗ.В.ДВ.1

Наименование дисциплины (модуля) **Волоконно-оптические линии связи**

Рекомендуется для направления (ий) подготовки специальности (ей)
011800.62 – радиоп физика, профиль «Телекоммуникационные системы и информационные технологии»

Степень (квалификация) выпускника бакалавр

Согласовано с УМК факультета (института)

Протокол № 20 от «4» 12 2013 г.
Председатель [Signature]

Рекомендовано кафедрой:

Радиоп физики и радиоэлектроники

Протокол № 5

От «10» декабря 2013 г.

Заведующий кафедрой радиоп физики и радиоэлектроники профессор д. ф.-м. н. В.И. Сажин

[Signature]

Иркутск 2013 г.

Содержание

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП	4
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	4
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	5
5. Содержание дисциплины (модуля)	6
5.1. <i>Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)</i>	6
5.2 <i>Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)</i>	9
5.3. <i>Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий</i>	9
6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	10
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	11
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	11
<i>а) основная литература</i>	11
<i>б) дополнительная литература</i>	11
<i>в) программное обеспечение</i>	12
<i>г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i>	12
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	12
10. Образовательные технологии:	13
11. Оценочные средства (ОС)	13

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) являются в настоящее время самыми быстродействующими из всех известных систем связи. Оптические кабели используются для организации телефонной городской, междугородней и международных сетей связи; кабельного телевидения; локальных вычислительных сетей; волоконно-оптических датчиков и др. В данной дисциплине излагаются основы передачи сигналов по оптоволокну, принципы работы различных видов оптических волноводов, их характеристики.

Большая часть лабораторных и практических занятий проводится с использованием учебного оборудования компании *National Instruments* (NI). Основной особенностью конструктивного решения фирмы NI является построение большого набора практикумов по различным дисциплинам на единой платформе: универсальной лабораторной станции NI ELVIS. Программным обеспечением для реализации проектов на основе этой платформы является среда визуального программирования *NI LabVIEW*. Среда позволяет проводить обучение в практическом, интерактивном режиме в таких областях, как контрольно-измерительные оборудование, схемотехника, электроника, электротехника, системы управления, средства коммуникации и др.

Программа ставит **цель** познакомить будущих специалистов с основами техники передачи сигналов в цифровой форме по оптоволоконным линиям на базе современного учебного оборудования. Знания, полученные на лекциях, закрепляются на практических занятиях. Занятия рассчитаны на один семестр.

В данном курсе, с одной стороны, изучаются физические основы распространения светового луча в оптоволокну, а с другой стороны, реализуются практические работы по технике обслуживания оптоволоконных линий связи.

Задачи курса:

- Снабдить студентов знаниями об основах теории передачи сигналов;
- познакомить с архитектурой учебного лабораторного комплекса NI ELVIS II и расширительной платой EMONA FOTEx;
- выработать у студентов навыки работы с оборудованием компании *National Instruments*, используемого при построении современных телекоммуникационных сетей с оптическими каналами передачи данных.
- знания и умения, приобретённые при изучении этого предмета, будут востребованы при выполнении курсовых и дипломных работ и в процессе будущей профессиональной деятельности;

- познакомить студентов с принципами построения квантовых компьютеров.

Лабораторный комплекс данного практикума предназначен для обучения студентов принципам передачи информации по оптоволоконным линиям связи. В рамках лабораторных работ студенты осваивают методы кодирования и декодирования сигналов с импульсно-кодовой модуляцией, а также основы оптической фильтрации, разделения и объединения сигналов, двунаправленной оптоволоконной связи, оптических потерь и др.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП:

Данный курс относится к вариативной части математического и естественнонаучного цикла.

Входные знания, умения и компетенции студентов, необходимые для изучения дисциплины, определяются их базовыми знаниями, полученными на младших курсах бакалавриата при изучении следующих дисциплин: модуль «Методы математической физики» (БЗ.Б.1), модуль «Теоретическая физика» (БЗ.Б.2), модуль «Физика колебательных и волновых процессов» (БЗ.Б.3), радиотехнические сигналы и цепи (БЗ.В.ОДЗ).

Выписка из Государственного образовательного стандарта

Федеральный компонент ГОС подготовки бакалавра по специальности 011800 «Радиофизика» не содержит указаний к обязательному минимуму основной образовательной программы по дисциплине «Волоконно-оптические линии связи».

Цели, задачи и требования к уровню содержания дисциплины приведены в рабочей программе.

Учебно-методическим объединением классических университетов не разработаны рекомендации по примерной учебной программе данной дисциплины.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих **общекультурных (ОК) профессиональных компетенций (ПК):**

- способностью к правильному использованию общенаучной и специальной терминологии (ОК-12);
- способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности (ОК-8);

- способностью использовать базовые теоретические знания (в том числе по дисциплинам профилизации) для решения профессиональных задач (ПК-1);
- способностью применять на практике базовые профессиональные навыки (ПК-2);
- способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования (ПК-3);
- способностью использовать основные методы радиофизических измерений (ПК-4);
- способностью к владению компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий для решения задач в области радиотехники, радиоэлектроники и радиофизики (в соответствии с профилизацией) (ПК-5).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные элементы устройств волоконно-оптических линий связи;
- принципы действия отдельных узлов и элементов аппаратуры;
- основные правила эксплуатации и передовые методы обслуживания современных оптических линий связи.

Уметь:

- измерять и самостоятельно проводить испытания оптических линий связи
- обеспечивать сохранение получаемых данных;
- правильно организовывать эксплуатацию каналов первичных и вторичных сетей связи.

Владеть: методикой измерения основных эксплуатационных измерений каналов, трактов и элементов аппаратуры систем передачи оптических сигналов.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		5			
Аудиторные занятия (всего)	94	94			
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	38	38			
Практические занятия (ПЗ)	38	38			
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)	18	18			

- 2.6. Полупроводниковые лазеры и светодиоды для оптической связи.
- 2.7. Соединение двух волокон и методы возбуждения мод в волноводе. Методы модуляции света: амплитудная, фазовая, частотная, двоичная и позиционно-импульсная. Мультиплексоры, разветвители и ретрансляторы.

Раздел 3. Волоконно-оптические линии связи /ВОЛС/

- 3.1. Цифровые ВОЛС первого и второго поколения.
- 3.2. Аналоговые ВОЛС.
- 3.3. Применение ВОЛС в локальных сетях телеметрии, сверхдальней связи и при компьютеризации физических экспериментов.
- 3.4. Технологии изготовления оптических волокон и систем. ВО-датчики и ВОЛС с первичной обработкой сигнала.
- 3.5. ВО-телеметрия и ВО-измерительные системы. ВО-интерферометры и датчики на их основе. Обработка изображений многожгутовыми системами и ВО-планшайбами. ВО интраскопия и дефектоскопия.
- 3.6. Открытые линии оптической связи.

Раздел 4. Физические основы передачи сигнала по оптическому волокну

4.1. Изучение компьютерной модели планарного оптического волновода

- 4.1.1. Модовая структура сигнала в волноводе.
- 4.1.2. Характеристики мод в планарном волноводе.
- 4.1.3. Представление о модовой дисперсии.
- 4.1.4. Переход в одномодовый режим, достоинства и недостатки одномодовых световодов.

4.2 Ввод излучения в оптоволокно

- 4.2.1. Понятие апертуры волокна.
- 4.2.2. Измерение апертурного угла.
- 4.2.3. Расчет характеристик волокна по измеренным данным.

4.3 Потери в оптическом волокне

- 4.3.1. Виды потерь.
- 4.3.2. Потери в волокне при изгибе.
- 4.3.3. Расчет параметров волокна по данным измерений.

Раздел 5. • Изучение технологии передачи и обработки оптических сигналов на учебном лабораторном комплексе NI ELVIS II с платой EMONA FOTEx

5.1. Контрольно-измерительные приборы NI ELVIS II

- 5.1.1. Цифровой мультиметр
- 5.1.2. Осциллограф
- 5.1.3. Источник питания постоянного тока
- 5.1.4. Генератор функций

5.2. Знакомство с расширительным модулем FOTEx

- 5.2.1. Измерение параметров опорных сигналов.
- 5.2.2. Модуль преобразователя речевых сигналов.
- 5.2.3. Модуль усилителя.
- 5.2.4. Фильтры нижних частот с частотами среза 1кГц и 3кГц.

5.3. Кодирование ИКМ.

- 5.3.1. Кодирование статического сигнала постоянного тока с фиксированным уровнем.

- 5.3.2. Кодирование сигнала напряжения с изменяемым уровнем.
- 5.3.3. Кодирование непрерывно изменяющегося сигнала.
- 5.4. Декодирование ИКМ**
 - 5.4.1. Настройка ИКМ-кодера.
 - 5.4.2. Декодирование ИКМ-данных.
 - 5.4.3. Анализатор спектра.
 - 5.4.4. Исследование спектра декодированного сигнала.
 - 5.4.5. Восстановление исходного сообщения.
- 5.5. Дискретизация и теорема Найквиста при импульсно-кодовой модуляции (ИКМ)**
 - 5.5.1. Основные принципы преобразования аналогового сигнала в цифровой.
 - 5.5.2. Настройка одноканальной системы ИКМ кодирования и декодирования.
 - 5.5.3. Спектр сигнала на выходе ИКМ-декодера.
 - 5.5.4. Влияние частоты сигнала на побочные гармоники.
 - 5.5.5. Наложение спектров и частота Найквиста.
- 5.6. Множественный доступ с временным разделением каналов (TDMA)**
 - 5.6.1. Настройка ИКМ кодера в режиме TDM.
 - 5.6.2. Создание двухканальной системы PCM-TDM.
 - 5.6.3. Уплотнение по времени и частота дискретизации.
- 5.7. Линейное кодирование линии и восстановление тактового сигнала**
 - 5.7.1. Кодировка сигнала в коде Manchester II.
 - 5.7.2. Кодировка сигнала кодом NRZ.
 - 5.7.3. Сравнительные характеристики, потери информации при передаче посылки.
 - 5.7.4. Исследование линейных кодов с помощью осциллографа.
 - 5.7.5. Исследование спектрального состава линейных кодов.
 - 5.7.6. Оценка кодов по качеству самосинхронизации.
 - 5.7.7. Восстановление сигнала битовой синхронизации.
- 5.8. Передача данных через оптоволоконные линии**
 - 5.8.1. Передатчики и приёмники оптических сигналов на плате Emona FOTEx.
 - 5.8.2. Передача информации по простейшей ВОЛС.
- 5.9. Создание двухканальной телекоммуникационной системы множественного доступа с временным разделением каналов**
- 5.10. Фильтрация, разделение и объединение оптических сигналов**
 - 5.10.1. Фильтрации оптических сигналов.
 - 5.10.2. Разделение оптических сигналов.
 - 5.10.3. Объединение оптических сигналов.
- 5.11. Двухнаправленная оптоволоконная связь**
 - 5.11.1. Сборка однонаправленной оптоволоконной системы связи.
 - 5.11.2. Преобразование схемы в двухнаправленную оптоволоконную систему связи.
- 5.12. Спектральное уплотнение сигналов**
 - 5.12.1. Получение спектрального уплотнения.
 - 5.12.2. Двухканальная система со спектральным уплотнением.
 - 5.12.3. Трёхканальная система со спектральным уплотнением (TDM-WDM).
- 5.13. Оптические потери**
 - 5.13.1. Оценка потерь на оптических соединениях.

5.13.2. Оценка потерь на WDM-фильтрах.

5.13.3. Исследование затухания сигнала в зависимости от длины оптоволоконного кабеля.

5.13.4. Оценка потерь на оптическом разветвителе.

Раздел 6. • Оптические компьютеры

6.1. Процессоры для улучшения качества изображений, распознавания и обработки данных

6.2. Мезооптика и сверхразрешение.

6.3. Оптические системы с обратной связью. Адаптивная оптика.

6.4. Мультистабильные оптические элементы. Оптические нейроподобные системы обработки информации. Фундаментальные физические пределы миниатюризации компьютерных систем.

6.5. Квантовые компьютеры и нанотехнологии.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми

(последующими) дисциплинами (модулями)

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1.	Радиофизический практикум (БЗ.В.ОД.1)	1.1-1.6, 3.1-3.6, 5.5
2.	Компьютерные вычислительные сети (БЗ.В.ОД.7)	3.1 – 3.6, 5.6, 5.8, 5.11, 5.13, 6.3
3.	Теория передачи сигналов (БЗ.В.ОД.8)	5.3 – 5.13, 4.1 – 4.3
3.	Физика и техника физического эксперимента (БЗ.В.ДВ.7.2)	5.1, 5.2

5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					Всего
			Лекц.	Практ. зан.	Сем.	Лаб. зан.	СРС	
1.	<u>Раздел 1.</u> Теория информации и оптика	Теория информации и оптика	6					6
2	<u>Раздел 2.</u> Волоконная оптика	Волоконная оптика	8					8
3	<u>Раздел 3.</u> Волоконно-оптические линии связи	Волоконно-оптические линии связи /ВОЛС/	8					8

4	<u>Раздел 4.</u> Физические основы передачи сигнала по оптическому волокну	Физические основы передачи сигнала по оптическому волокну	8	10		8	16	42
5	<u>Раздел 5.</u> Изучение технологии передачи и обработки оптических сигналов на учебном лабораторном комплексе NI ELVIS II с платой EMONA FOTEx	Изучение технологии передачи и обработки оптических сигналов на учебном лабораторном комплексе NI ELVIS II с платой EMONA FOTEx	4	28		10	34	76
6	<u>Раздел 6.</u> Оптические компьютеры	Оптические компьютеры	4					4

6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Часы	Оценочные средства	Компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	Раздел 4.	Изучение компьютерной модели планарного оптического волновода	4	Отчет по лаб.раб.	ОК-12 ОК-16 ОК-8 ПК-1 ПК-2
2.		Ввод излучения в оптоволокно	4	Отчет по лаб.раб.	
3.		Потери в оптическом волокне	4	Отчет по лаб.раб.	
4.	Раздел 5.	Контрольно-измерительные приборы NI ELVIS II	3	Отчет по лаб.раб.	
5.		Знакомство с расширительным модулем FOTEx	3	Отчет по лаб.раб.	
6.		Кодирование ИКМ	4	Отчет по лаб.раб.	
7.		Декодирование ИКМ	3	Отчет по лаб.раб.	
8.		Дискретизация и теорема Найквиста при импульсно-кодовой модуляции (ИКМ)	6	Отчет по лаб.раб.	
9.		Множественный доступ с временным разделением каналов	3	Отчет по лаб.раб.	

	(TDMA)		
10.	Линейное кодирование линии и регенерация тактового сигнала	3	Отчет по лаб.раб.
11.	Передача данных через оптоволоконные линии	3	Отчет по лаб.раб.
12.	Создание двухканальной телекоммуникационной системы множественного доступа с временным разделением каналов	3	Отчет по лаб.раб.
13.	Фильтрация, разделение и объединение оптических сигналов	3	Отчет по лаб.раб.
14.	Двунаправленная оптоволоконная связь	3	Отчет по лаб.раб.
15.	Спектральное уплотнение сигналов	3	Отчет по лаб.раб.
16.	Оптические потери	4	Отчет по лаб.раб.

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые работы не предусмотрены.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

а) основная литература

- 1) **Barry, Duncan.** Experiments in Modern Fiber Optics Communications Systems For the NI™ ELVIS series: Emona FOTEx Lab Manual. – Camperdown, Australia: Emona instruments Pty Ltd, 2009. – p.249
- 2) **Фриман, Р.** Волоконно-оптические системы связи. Издательство: Техносфера, 2003. – 512 с.
- 3) **Убайдулаев, Р.Р.** Волоконно-оптические сети. – М.: Эко-Трендз, 2002. – 268 с.
- 4) **LabVIEW** Руководство пользователя / Перевод на русский язык: Николаев С.В [eBook, PDF]. –М.: National Instruments Россия, 2007. - www.ni.com/russia, www.labview.ru [Электронный ресурс]

б) дополнительная литература

- 1) **Скляров, О.К.** Волоконно-оптические сети и системы связи: учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 272 с.
- 2) Комплект виртуальных измерительных приборов для учебных лабораторий NI ELVIS II / Руководство пользователя / перевод на русский язык: учебный центр «Центр технологий National Instruments», Новосибирский государственный технический университет, российский филиал корпорации National Instruments [электронный ресурс] – 2008 – 36 с. – ftp://ftp.ni.com/pub/branches/russia/ni_elvis/ni_elvis_2_user_guide.pdf
- 3) **Маркузе, Д.** Оптические волноводы / Перевод с английского под редакцией В.В. Шевченко. – М.: Мир, 1974. – 289 с.
- 4) **Бейли, Д.** Волоконная оптика: теория и практика / Д. Бейли, Э. Райт. - М.: Эко-Трендз, 2008. – 320 с.
- 5) **Бакланов, И.Г.** Тестирование и диагностика систем связи. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 264 с.
- 6) **Листвин, А.В.** Оптические волокна для линий связи / А.В. Листвин, В.Н. Листвин, Д.В. Швырков. – М: ЛЕСАРпт, 2003. – 288 с.
- 7) **Иоргачев, Д.В.** Волоконно-оптические кабели и линии связи / Д.В. Иоргачев, О.В. Бондаренко. – М.: Эко-Трендз, 2002. – 238 с.

в) программное обеспечение

- 1) NI LabVIEW™ 2013 Professional Development System. – National Instruments, 2012
- 2) NI Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite II Series (NI ELVISmx for NI ELVIS & NI myDAQ). – National Instruments, 2011
- 3) LabV 2013 Control Design and Simulation Module, NI Multisim Education Edition. – National Instruments, 2012

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- 1) www.ni.com/russia
- 2) <http://www.labview.ru/>
- 3) <http://library.isu.ru/ru>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

- 1) Лабораторные стенды по исследованию основных характеристик оптического волокна.
- 2) Лабораторный комплекс NI ELVIS II и расширительная плата EMONA FOTeX с набором функциональных блоков.
- 3) Современные компьютеры (ноутбуки), имеющие доступ к локальной сети университета и выход в Интернет.

- 4) На каждом компьютере установлен лицензионный программный пакет NI LabVIEW 2013. Имеются списки заданий и методическое руководство в электронном и печатном виде.

10. Образовательные технологии:

Новые знания студенты получают самостоятельно из методических описаний. Практическим навыкам они обучаются при выполнении лабораторных работ под руководством преподавателя. Студенты выполняют работы небольшими группами, обсуждая последовательность действий, и вместе анализируют полученные результаты.

11. Оценочные средства (ОС):

Форма промежуточного контроля: собеседование во время лабораторных работ, проверка отчетов. Для допуска к итоговому зачёту требуется полностью выполнить все лабораторные, сдать отчеты и обсудить с преподавателем полученные результаты по каждой работе, получив при этом отметку о сдаче.

Итоговый контроль – зачет.

11.1. Оценочные средства для входного контроля

Для изучения данного курса студент должен знать основы информатики, уметь пользоваться компьютером на продвинутом уровне, прослушать подробную технику безопасности при работе со сложным цифровым оборудованием.

11.2. Оценочные средства текущего контроля

Примерные вопросы для текущего контроля:

- 1) Почему на практике применяется волоконный световод, состоящий из сердцевины и оболочки?
- 2) Какую роль играет ИКМ-кодирование в системе связи?
- 3) Приведите схему образования ИКМ-сигнала.
- 4) Что такое кадр в системе ИКМ-кодирования?
- 5) Что такое шаг квантования?
- 6) Объясните, что показывает каждый импульс тактового сигнала?
- 7) Сколько бит между импульсами в сигнале кадровой синхронизации (FS)?
- 8) Изобразите код, генерируемый ИКМ-кодером, при подаче на его вход постоянного напряжения в 1 В.
- 9) Каковы основные этапы восстановления передаваемого сообщения?
- 10) Что такое шум квантования?

- 11) Как в данной работе достигается синхронность работы ИКМ-декодера и ИКМ-кодера?
- 12) Каким будет восстановленный сигнал, если в схеме восстановления (рисунки 4.7 и 4.8) использовать фильтр с частотой среза 100 Гц?
- 13) Что определяет параметр настройки анализатора спектра (DSA) *Frequency Span*?
- 14) По вертикальной шкале в анализаторе спектра откладывается мощность сигнала в дБ. Почему все побочные гармоники имеют отрицательное значение в дБ?
- 15) Что означает отличие двух гармоник друг от друга на 100 дБ?
- 16) Что такое частота Найквиста?
- 17) Почему на рисунке 5.2 график состоит из отдельных точек, не соединённых между собой?
- 18) Из каких соображений выбирается частота дискретизации?
- 19) Что называется шумом квантования?
- 20) Почему после декодирования в сигнале появляются побочные составляющие?

Пример заданий к практическим занятиям:

- 1) Рассчитайте коэффициент передачи фильтров в дБ по формуле (1) За $V_{вх}$ нужно взять амплитуду исходного сигнала с генератора.

$$K_{(дБ)} = 20 \lg \left(\frac{V_{ввх}}{V_{вх}} \right) \quad (1)$$

Проведите измерения при разных частотах исходного «нефильтрованного» сигнала (500 Гц, 1кГц, 2кГц, 3кГц, 4кГц, 5кГц). Частота меняется в настройках функционального генератора.

Сохраняйте скриншоты окна программы осциллографа после его настройки.

- 2) Используя свойства оптических разветвителей, нарисуйте схему двунаправленной линии связи, в которой могут передаваться аналоговый сигнал (сообщение 1) и цифровой сигнал (сообщение 2) по одному оптоволокну в обоих направлениях. Т.е. один пользователь передаёт аналоговый сигнал второму пользователю, находящемуся на другом конце линии связи. Одновременно первый клиент получает цифровой сигнал от второго клиента. Для отчёта изобразите блок-схему такой линии».


11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации


Примерный список вопросов к зачёту


- Основные принципы передачи цифровых сигналов
- Передача света по оптическому волноводу.
- Оптоволокно. Типы, характеристики и применение.
- Потери в волоконно-оптических линиях связи.

- Архитектура учебного лабораторного комплекса NI ELVIS II.
- Типичные параметры настройки цифрового осциллографа.
- Основные функциональные блоки расширительного модуля Emona FOTEx.
- Принципы ИКМ-кодирования.
- Аналого-цифровое преобразование.
- Методика ИКМ-декодирования.
- Теорема Найквиста. Частота Найквиста. Дискретизация сигнала.
- Принципы линейного кодирования сигнала. Цифровой сигнал. TTL. Биполярный код NRZ.
- Бифазный код (манчестерский) ВiФ.
- Линейный код RZ-AMI. Энергетические затраты при кодировании.
- Восстановление сигнала битовой синхронизации (тактового сигнала).
- Организация двунаправленной линии передачи информации.
- Методы TDMA и FDMA при мультиплексировании.
- Преобразование сигнала из световой формы в электрическую и наоборот.
- Фильтрация оптических сигналов.
- Объединение оптических сигналов.
- Разделение оптических сигналов.
- Спектральное уплотнение.
- Организация многоканальной оптической линии связи.
- Определение коэффициента затухания оптического кабеля.


Разработчики:


 _____ профессор, декан физического факультета, д.ф.-м.н. Н.М., Буднев
 (подпись) (занимаемая должность) (инициалы, фамилия)


 _____ профессор, зав.кафедрой, д.ф.-м.н. В.Л., Паперный
 (подпись) (занимаемая должность) (инициалы, фамилия)


 _____ ст. преп., к.ф.-м.н. А.А., Черных
 (подпись) (занимаемая должность) (инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры радиофизики и радиоэлектроники ИГУ
 «10» 12 2013 г.

Протокол № 5 Зав.кафедрой, профессор, д.ф.-м.н.  Сажин В.И.